

Ana KUZLE, Osnabrück

## Metakognitive Prozesse beim mathematischen Problemlösen von Grundschulkindern erfassen

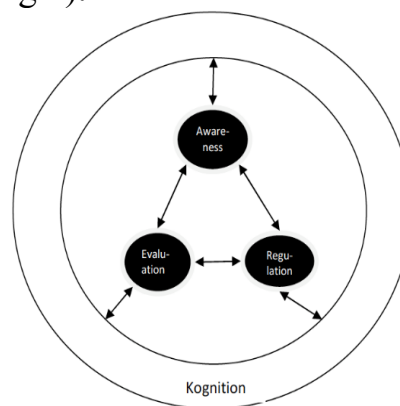
Empirische Ergebnisse zeigen, dass Metakognition Einfluss auf den Erfolg im Mathematikunterricht nehmen kann. Um Metakognition bewusst in den Unterricht einzubringen, ist es aber zunächst nötig zu wissen, wie Schülerinnen und Schüler beim Erlernen und Lösen mathematischer Sachverhalte gedanklich handeln. Im diesen Artikel stelle ich eine Technik zur Untersuchung angelehnt am Modell von Wilson und Clarke (2004) dar, anhand dessen das metakognitive Verhalten von Grundschulkindern beobachtet wurde.

### 1. Metakognition modellieren: Modell nach Wilson und Clarke

Wilson und Clarke (2004) benennen drei Funktionen der Metakognition: (1) Awareness, (2) Evaluation und (3) Regulation. (1) *Metakognitive Awareness* (Bewusstheit, Erkenntnis) steht in Beziehung zu der individuellen Kenntnis, wo sich ein Lernender im aktuellen Lernprozess, beziehungsweise Problemlöseprozess, befindet; (2) *Metakognitive Evaluation* (Bewertung, Einschätzung) umfasst die Einschätzung über den eigenen Denkprozess, aber auch die Einschätzung der Persönlichkeitsmerkmale, wie der Leistungsfähigkeit und der eigenen Einschränkungen, da diese in bestimmten Situationen den Lernprozess beeinflussen; (3) *Metakognitive Regulation* (Steuerung) geschieht wenn eine Person seine metakognitiven Fähigkeiten benutzt, um sein Wissen und sein Denken zu steuern. Die metakognitive Steuerung stützt sich auf das individuelle Wissen (über sich selbst und über Strategien, einschließlich wie und warum besondere Strategien verwendet werden) und benutzt die Führungskompetenz (wie die Planung, Selbstkorrektur, Zielsetzung), um den Gebrauch der eigenen kognitiven Ressourcen zu verbessern.

Wilson und Clarke (2004) haben eine Technik zur Untersuchung entwickelt, welche von ihnen als Multi-Method Interview bezeichnet wird, anhand dessen das metakognitive Verhalten von Schülerinnen und Schüler beobachtet werden kann. Diese Technik wurde dann bei Schülerinnen und Schülern aus der sechsten Klasse angewandt. Dies bedeutet, dass während der Rekonstruktion metakognitiver Prozesse Karten mit Statements zu den drei Teilaspekten der Metakognition genutzt werden. Zudem werden Karten aus dem Bereich der Kognition zur Verfügung gestellt, sowie freie, leere Karten zum Verfassen zusätzlicher Gedankenvorgänge bereitgelegt. Diese Karten liegen offen auf dem Tisch, so dass die Schülerinnen und Schüler

darauf zurückgreifen können, um ihren eigenen Denkprozess chronologisch darzulegen. Der Ablauf eines Interviews sah so aus, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine mathematische Problemlöseaufgabe erhielten, die sie dann, während sie gefilmt wurden lösten und die Unterstützungskarten in einen gedanklichen Ablauf brachten. Diese Video-Aufnahme haben sie anschließend noch einmal betrachtet, um eventuelle Fehler oder Unstimmigkeiten bei der Rekonstruktion des Ablaufs mit Hilfe der Karten zu finden und sie daraufhin neu zu sortieren. Zur Darstellung der Ergebnisse ihrer Untersuchung haben Wilson und Clarke (2004) außerdem ein Modell entwickelt, um die Strukturen der Metakognition und der Beziehungen zu kognitiven Handlungen zu veranschaulichen und eventuelle Muster in diesen darzulegen (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1.** Struktur von Metakognition

## 2. Studie mit den Grundschulkindern

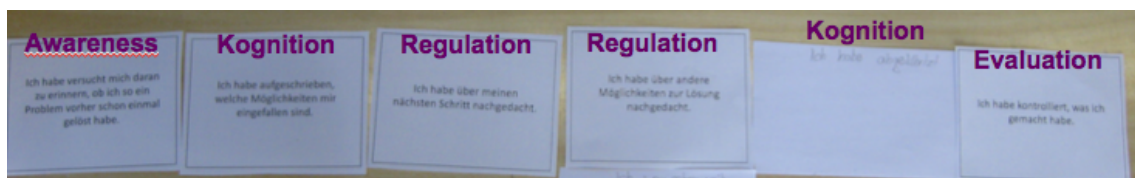
Im Folgenden soll der Aufbau der Untersuchung bezüglich metakognitiver Prozesse beim mathematischen Problemlösen von jeweils sechs Grundschulkindern in Klasse zwei und vier beim Bearbeiten von drei Problemlöseaufgaben dargestellt werden. Für jede dieser Aufgaben werden dreißig Minuten Bearbeitungs- und Besprechungszeit angesetzt, zuzüglich fünfzehn Minuten zur Vor- und Nachbereitung des Raumes und Materials. Die Einzelgespräche sind entsprechend der im vorigen Punkt genannten Studie von Wilson und Clarke (2004) so konzipiert, dass zunächst das Kind die Aufgabe erhält und löst. Anschließend werden die metakognitiven Prozesse und Strategien rekonstruiert, wobei für diese Untersuchung angepasste Unterstützungs- und freie Karten genutzt werden. Während der anschließenden Besprechung stellt sich die Unterstützung durch den Gesprächsleiter insofern dar, dass er in Zusammenarbeit mit dem Kind die metakognitiven Prozesse und Strategien anhand der Unterstützungs- und freien Karten rekonstruiert. Um die Rekonstruktion der metakognitiven Prozesse und Strategien während der Lösung der Aufgabe zu erleichtern, werden in Anlehnung an die oben genannte Studie von Wilson und Clarke (2004) Unterstützungskarten verwendet (siehe Abbildung 2). Diese sind in Bezug auf

Metakognition vor allem drei Bereichen zuzuordnen: Awareness, Evaluation und Regulation (siehe Tabelle 1).

<b>Awareness</b> Ich habe darüber nachgedacht, was ich schon alles weiß. Ich habe versucht mich daran zu erinnern, ob ich so eine Aufgabe vorher schon einmal gelöst habe. Ich habe über etwas nachgedacht, was mir bereits schon einmal geholfen hat. Ich dachte: „Ich weiß, was zu tun ist.“ Ich dachte: „So eine Aufgabe kenne ich bereits.“	<b>Evaluation</b> Ich habe darüber nachgedacht, ob das, was ich tue, funktioniert. Ich habe kontrolliert, was ich gemacht habe. Ich habe darüber nachgedacht, wie ich vorgegangen bin. Ich dachte: „Das schaffe ich nicht.“
<b>Regulation</b> Ich habe mir einen Plan (im Kopf) gemacht, um das Problem zu lösen. Ich habe über andere Möglichkeiten zur Lösung nachgedacht. Ich habe über meinen nächsten Schritt nachgedacht. Ich habe mein Vorgehen geändert.	<b>Allgemein</b> Ich habe eine Tabelle gemacht. Ich habe eine Zeichnung gemacht. Ich habe ein Bild gemalt.

**Tabelle 1.** Unterstützungskarten

Je nach Aufgabe gibt es zusätzlich verschiedene kognitive Unterstützungskarten, welche besonders die genutzten Strategien widerspiegeln.



**Abbildung 2.** Rekonstruktion der metakognitiven Prozesse

Ausgehend von den oben genannten theoretischen Überlegungen waren folgende Forschungsfragen von Interesse:

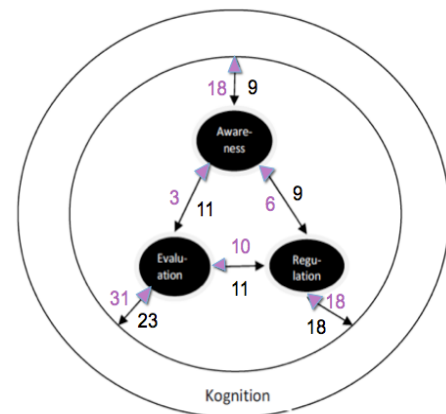
- Welche metakognitiven Struktursequenzen lassen sich bei den Grundschulkindern identifizieren?
- Inwieweit lässt sich das Multi-Method-Interview (MMI) in der Grundschule umsetzen, um die metakognitiven Prozesse von Grundschulkindern zu erfassen?

### 3. Ergebnisse

Bezüglich der zu erwartenden metakognitiven Prozesse ist es schwierig, im

Vorhinein festzulegen, welche zu erwarten sind. Hierzu kann nur ein Idealverlauf dargestellt werden, welcher vermutlich mit Abstufungen in der Realität zu sehen sein wird. Im günstigsten Fall finden alle drei Komponenten der Metakognition statt und stehen in einer Wechselbeziehung zu kognitiven Aktivitäten. Nach Wilson und Clarke (2004) sind vor allem Reihenfolgen der Form A, E, R und A, R, E mit jeweils kognitiven Tätigkeiten zwischen den einzelnen Komponenten zu erwarten. Die empirischen Ergebnisse haben bereits diese Hypothese bestätigt, wobei diese waren oft in längeren Sequenzen eingebettet (z.B. A, A, E, K, E, R, K; A, A, A, K, E, R, E, R, K, K; A, K, R, R, K, K, E; A, R, K, K, K, E, E).

Darüber hinaus war zu beobachten, dass der Umfang der metakognitiven Prozesse von der zweiten zur vierten Klasse hin zunimmt, die Abfolgen waren allerdings bei den Zweitklässlern typischer als bei den Viertklässlern. Auch bezüglich der Metakognition konnten keine bestimmten Prozessabfolgen in Verbindung mit einer erfolgreichen Lösung der Aufgabe gebracht werden – sowohl längere, als auch kürzere Abfolgen haben zum korrekten Ergebnis geführt, genauso wie Folgen, die alle Komponenten der Metakognition enthielten, als auch welche, die nur zwei aufwiesen. Hierbei war auch nicht von Bedeutung, in welcher Reihenfolge diese auftraten.



**Abbildung 3.** Modell der Metakognition und Kognition für die gesamte Stichprobe

Es gestaltete sich schwierig, die Denkprozesse der Kinder in der Besprechungsphase zu rekonstruieren. In der zweiten Klasse lag dies beispielsweise daran, dass die Gesprächsleiterin häufig die Aussagen der Unterstützungskarten vorlesen und kurz erläutern musste und die Kinder bei vielen Karten die Nutzung bejahten. Im Nachhinein ist aber fraglich, ob sie wirklich verstanden hatten, was gemeint war. In der vierten Klasse war dieses Phänomen zwar nicht so ausgeprägt, allerdings konnte bei der Analyse der Ergebnisse festgestellt werden, dass einige Denkprozesse untergegangen wurden. Wäre das Video noch einmal angeschaut worden, wäre dies zum einen für die Gesprächsleiterin offensichtlicher gewesen und zum anderen hätten die Kinder selber Lücken in ihrer Prozessabfolge entdecken können.

## Literatur

Wilson, J., & Clarke, D. (2004). Towards the modelling of mathematical metacognition. *Mathematics Education Research Journal*, 16(2), 25–48.